

Rec'd CT/PTO 31 MAY 2005

AN: PAT 2002-501672  
TI: Controlling internal combustion engine involves emergency mode in which current phase angle is set to phase derived from detected angle difference if start-up phase exceeds threshold  
PN: **DE10108055-C1**  
PD: 08.08.2002  
AB: NOVELTY - The method involves checking on starting that the phase angle between the camshaft and crankshaft angles (NW,KW) is less than a threshold value (HYS), if so computing a correction value (PHCOR) based on the difference for subsequent use in computing the current phase, if not initiating emergency operation of the engine in which the current phase is set to the phase angle derived from the detected angle difference.;  
USE - For controlling internal combustion engine with camshaft whose phase angle with respect to the crankshaft is variable.  
ADVANTAGE - Reliable and enables good driving behavior in all operating states.  
PA: (KUNZ/) KUNZ F; (SIEI ) SIEMENS AG;  
IN: KUNZ F;  
FA: **DE10108055-C1** 08.08.2002; US6691024-B2 10.02.2004;  
US2002112683-A1 22.08.2002; FR2821114-A1 23.08.2002;  
CO: DE; FR; US;  
IC: F01L-001/047; F01L-001/34; F01L-001/344; F01L-001/46;  
F02D-013/02; F02D-041/04; F02D-045/00; G06F-019/00;  
MC: X22-A03X;  
DC: Q51; Q52; X22;  
PR: DE1008055 20.02.2001;  
FP: 08.08.2002  
UP: 23.02.2004

---



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 101 08 055 C 1

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 02 D 45/00  
F 01 L 1/344

② Aktenzeichen: 101 08 055.7-26  
③ Anmeldetag: 20. 2. 2001  
④ Offenlegungstag: -  
⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 8. 8. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦ Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦ Erfinder:  
Kunz, Franz, 93096 Köfering, DE

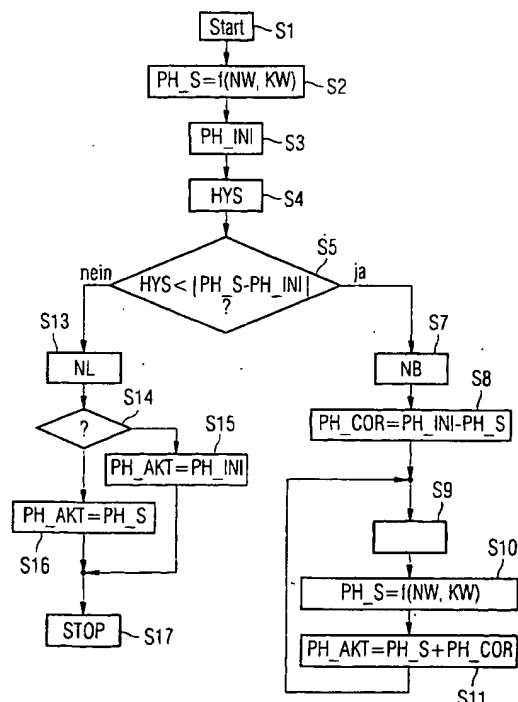
⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 199 58 174 C1  
DE 43 17 527 A1  
DE 40 28 442 A1  
WO 99 43 930 A1

JP 07-083080 AA (Abstract in: Patent Abstract of  
Japan);

⑤ Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine

⑦ Ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Nockenwelle (2), deren Phasenlage zu einer Kurbelwelle verstellbar ist, mit einem Kurbelwellen-Sensor (71), der den Kurbelwellenwinkel (KW) erfasst, und mit einem Nockenwellen-Sensor (72), der den Nockenwellenwinkel (NW) erfasst, hat folgende Schritte. Beim Start der Brennkraftmaschine wird eine Bedingung geprüft, die erfüllt ist, wenn die aus dem erfassten Kurbelwellenwinkel (KW) und Nockenwellenwinkel (NW) abgeleitete Phasenlage (PH\_S) weniger von einer vorgegebenen Phasenlage (PH\_INI) abweicht als ein vorgegebener Schwellenwert (HYS). Falls die Bedingung erfüllt ist, wird ein Korrekturwert (PH\_COR) berechnet abhängig von der Abweichung der aus dem erfassten Kurbelwellenwinkel (KW) und Nockenwellenwinkel (NW) abgeleiteten Phasenlage (PH\_S) von der vorgegebenen Phasenlage (PH\_INI) und im weiteren Betrieb der Brennkraftmaschine wird die tatsächliche Phasenlage (PH\_AKT) abhängig von der aus dem erfassten Kurbelwellenwinkel (KW) und Nockenwellenwinkel (NW) abgeleiteten Phasenlage (PH\_S) und dem Korrekturwert (PH\_COR) berechnet. Falls die Bedingung nicht erfüllt ist, wird ein Notlauf-Betrieb (NL) der Brennkraftmaschine gesteuert, in dem die tatsächliche Phasenlage (PH\_AKT) gleich gesetzt wird der aus dem erfassten Kurbelwellenwinkel (KW) und Nockenwellenwinkel (NW) abgeleiteten Phasenlage (PH\_S). In dem weiteren Betrieb der Brennkraftmaschine wird mindestens ein Stellsignal (SG) für ein Stellglied abhängig von ...



DE 101 08 055 C 1

DE 101 08 055 C 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Nockenwelle, deren Phasenlage zu einer Kurbelwelle verstellbar ist.

[0002] Aus der WO 99/43930 ist eine Einrichtung zum Einstellen des Bewegungsverlaufs der Gaswechselventile einer Brennkraftmaschine bekannt, bei der die Phasenlage der Nockenwelle zu einer Kurbelwelle verstellbar ist. Dabei ist ein mechanisches Verstellteil zum Einstellen der Phasenlage der Nockenwelle vorgesehen, das über ein Hydrauliksystem gesteuert wird. Das Hydrauliksystem weist ein Drei-Zwei-Wege-Ventil auf, dass mittels eines Stellsignals von einer Steuereinrichtung angesteuert wird.

[0003] Aus der DE 40 28 442 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben einer ventilgesteuerten Hubkolben-Brennkraftmaschine bekannt, bei dem die phasenrichtige Stellung der Nockenwelle erfasst und bei einer definierten Phasenabweichung Maßnahmen eingeleitet werden, mittels derer diese Betriebsstörung erkennbar und ihre Auswirkungen ggf. kompensierbar sind. Weiterhin ist aus der DE 199 58 174 C1 ein Verfahren zur Ventilhuberfassung bei Brennkraftmaschinen mit variabler Ventilsteuerung bekannt, bei dem die Betätigung der variabel zu steuernden Ventile über zwei Nockenwellen erfolgt, wobei eine Drehlageerfassung für die drehzahlgleich angetriebenen Nockenwellen durchgeführt wird. Zudem ist aus der DE 43 17 527 A1 ein Verfahren für eine selbsttätige Einstellung der Phasenlage eines Nockenwellenantriebs bekannt, bei dem mittels einer Trägermarke der Kurbelwelle und der Nockenwelle ein Differenzwinkel bestimmbar ist, der als Grundlage für eine kontinuierliche Einstellung des Verstelllements dient. Schließlich ist aus der JP 07-083 080 A eine Einrichtung zur Ventilhubregelung bekannt, bei der die Phasenlage zwischen einer Kurbelwelle und einer Nockenwelle erfasst und über Kontrollmittel in Übereinstimmung mit einer vorgegebenen Phasendifferenz gebracht wird.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Nockenwelle zu schaffen, deren Phasenlage zu einer Kurbelwelle verstellbar ist, das einerseits zuverlässig ist und andererseits in allen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine eine gute Fahrbarkeit ermöglicht.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0006] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0007] Fig. 1 eine Brennkraftmaschine,

[0008] Fig. 2 ein Ablaufdiagramm eines Programms zum Ermitteln einer aktuellen Phasenlage, und

[0009] Fig. 3 ein Ablaufdiagramm eines Programms zum Ermitteln eines Stellsignals.

[0010] Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0011] Eine Brennkraftmaschine (Fig. 1) umfasst einen Zylinder 1 mit einem Kolben 11 und einer Pleuelstange 12. Die Pleuelstange 12 ist mit dem Kolben 11 und einer Kurbelwelle 2 verbunden. Ein erstes Zahnrad 21 ist auf der Kurbelwelle 2 angeordnet. Das erste Zahnrad 21 ist über eine Kette 21a mit einem zweiten Zahnrad mechanisch gekoppelt, das auf einer Nockenwelle 3 angeordnet ist. Die Nockenwelle 3 weist Nocken 32, 33 auf, die auf Gaswechselventile 41, 42 einwirken. Die Brennkraftmaschine ist in Fig. 1 mit einem Zylinder dargestellt. Selbstverständlich kann die Brennkraftmaschine auch mehrere Zylinder aufweisen.

[0012] Eine Stalleinrichtung 5 zum Einstellen der Phasenlage der Nockenwelle 3 in Bezug zu der Kurbelwelle 2 und somit zum Einstellen des Bewegungsverlaufs der Gaswechselventile ist der Brennkraftmaschine zugeordnet. Die Stalleinrichtung 5 hat ein mechanisches Verstellteil, das hydraulisch verstellbar ist und so die Phasenlage der Nockenwelle 3 einstellt. Das mechanische Verstellteil 51 ist über Hydraulikleitungen 52, 53 mit einem Stellglied 54 verbunden, das vorzugsweise als hydraulisches Drei-Zwei-Wege-Ventil ausgebildet ist. Das Stellglied ist mit einer Hochdruck-Hydraulikleitung 55 und einer Niederdruck-Hydraulikleitung 56 mit einem Ölreservoir 57 verbunden, dem eine Ölpumpe zugeordnet ist. Während des Betriebs der Brennkraftmaschine sorgt die Ölpumpe für einen vorgegebenen Druck in dem Ölreservoir und damit auch in der Hochdruck-Hydraulikleitung 55.

[0013] Befindet sich die Brennkraftmaschine in einem Betriebszustand des Motorstops, d. h. in dem Zylinder 1 findet keine Verbrennung statt und die Kurbelwelle rotiert nicht, so sinkt der Druck in dem Ölreservoir allmählich ab und somit auch der Druck in der Hochdruck-Hydraulikleitung. Ferner sinkt dann auch der Druck in den Hydraulikleitungen 52 und 53, was eine Verstellung des mechanischen Verstellteils 51 in eine Endposition zur Folge hat.

[0014] Eine Steuereinrichtung 6 ist vorgesehen, der Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene Messgrößen erfassen und jeweils den Messwert der Messgröße ermitteln. Die Steuereinrichtung 6 ermittelt abhängig von den Messgrößen ein Stellsignal TVAN\_S für das Stellglied 54, aber auch für weitere Stellglieder, wie eine nicht dargestellte Zündkerze, ein Einspritzventil oder eine Drosselklappe.

[0015] Die Sensoren sind ausgebildet als ein Kurbelwellensensor 71, der einen Kurbelwellenwinkel KW der Kurbelwelle 2 erfasst oder aus dessen zeitlichen Verlauf eine Drehzahl N ableitet, ein Luftmassenmesser 74, der einen Luftmassenstrom MAF erfasst, und ein Drosselklappensensor 73, der einen Öffnungsgrad THR der Drosselklappe erfasst. Je nach Ausführungsform der Erfindung kann eine beliebige Untermenge der genannten Sensoren oder auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

[0016] Fig. 1 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Programms, das beim Start der Brennkraftmaschine ausgeführt wird und ggf. auch bei dem weiteren Betrieb teilweise zyklisch ausgeführt wird. Das Programm wird in einem Schritt S1 gestartet. Dies erfolgt sehr zeitnah zu dem Start der Brennkraftmaschine, also während der ersten Umdrehungen der Kurbelwelle.

[0017] In einem Schritt S2 wird ein Sensorwert PH\_S der Phasenlage der Nockenwelle 3 im Vergleich zu der Kurbelwelle 2 abhängig von den erfassten Nockenwellenwinkel NW und Kurbelwellenwinkel KW ermittelt. Dies kann ggf. auch durch geeignete Mittelung oder in sonstiger Weise mit mehreren aufeinander folgenden Messwerten des Kurbelwellenwinkels KW und des Nockenwellenwinkels NW erfolgen.

[0018] In einem Schritt S3 wird eine vorgegebene Phasenlage PH\_INI aus einem Speicher eingelesen. Die vorgegebene Phasenlage PH\_INI ist die Phasenlage, die die Nockenwelle 3 zur Kurbelwelle 2 hat, wenn die Verstellereinrichtung 51 in ihrer Endposition, also in der unverstellten Lage ist, und zwar unter der Voraussetzung, dass alle mechanischen Teile in der vorgegebenen Weise einander zugeordnet sind. Beim Start der Brennkraftmaschine sollte sich die Verstellereinrichtung 51 in der Endposition befinden, da der Hydraulikdruck während des Stillstands der Brennkraftmaschine abgefallen ist.

[0019] In einem Schritt S4 wird ein Hysteresewert eingelesen, der mechanische Toleranzen und Einbautoleranzen

der mechanischen Teile und ferner die Toleranzen des Kurbelwellensensors 71 und des Nockenwellensensors 72 berücksichtigt. Typischerweise haben die Toleranzen des Kurbelwellensensors 71 und des Nockenwellensensors 72 einen bestimmenden Einfluss auf den Hysteresewert HYS, während die Toleranzen der sonstigen mechanischen Teile und der weiteren Einbautoleranzen der mechanischen Teile hierbei in den Hintergrund treten.

[0020] In einem Schritt S5 wird geprüft, ob der Betrag der Differenz des Sensorwerts PH\_S der Phasenlage und der vorgegebenen Phasenlage PH\_INI kleiner ist als der Hysteresewert HYS. Ist dies der Fall, so wird in einem Schritt S7 der Betriebszustand der Brennkraftmaschine des Normalbetriebs NB gesetzt.

[0021] In einem Schritt S8 wird dann ein Korrekturwert PH\_COR ermittelt, abhängig von der Differenz der vorgegebenen Phasenlage PH\_INI und des Sensorwertes PH\_S der Phasenlage. Dabei kann diese Differenz direkt dem Korrekturwert PH\_COR zugeordnet werden oder auch die Differenz mit einem Bewertungsfaktor gewichtet werden oder auch eine Mittelung über aufeinander folgende erfasste Werte der Differenz erfolgen.

[0022] Der Schritt S9 wird für eine vorgegebene Wartezeitdauer eingenommen, während derer vorzugsweise das Programm unterbrochen wird und andere Programme in der Steuereinrichtung 6 abgearbeitet werden.

[0023] In einem Schritt S10 wird der Sensorwert PH\_S der Phasenlage abhängig von dem Nockenwellenwinkel NW und dem Kurbelwellenwinkel KW ermittelt.

[0024] In einem Schritt S11 wird dann eine aktuelle Phasenlage PH\_AKT berechnet aus der Summe des Sensorwerts PH\_S der Phasenlage und des Korrekturwerts PH\_COR. Die aktuelle Phasenlage PH\_AKT wird so im Normalbetrieb NB äußerst präzise erfasst unter der Annahme, dass Fehler im Wesentlichen auf die Toleranzen des Kurbelwellensensors 71 und des Nockenwellensensors 72 zurückzuführen sind.

[0025] Anschließend wird dann die Bearbeitung in dem Schritt S9 erneut fortgesetzt. Die Schritte S9 bis S11 werden dabei jeweils zyklisch während vorzugsweise des gesamten Betriebs der Brennkraftmaschine durchlaufen.

[0026] Ist die Bedingung des Schrittes S5 nicht erfüllt, d. h. der Betrag der Differenz des Sensorwertes PH\_S der Phasenlage und der vorgegebenen Phasenlage PH\_INI ist größer als der Hysteresewert HYS, so wird die Bearbeitung in einem Schritt S13 fortgesetzt.

[0027] In dem Schritt S13 wird der Betriebszustand des Notlaufs NL der Brennkraftmaschine gesetzt. In dem Betriebszustand des Notlaufs NL ist nur ein eingeschränkter Fahrbetrieb der Brennkraftmaschine möglich mit dem Zweck ein mit der Brennkraftmaschine versehenes Fahrzeug sicher in eine Werkstatt zu bringen. In dem Betriebszustand des Notlaufs NL erfolgt vorzugsweise keine weitere Verstellung der Phasenlage der Nockenwelle 3 zu der Kurbelwelle 2 und die Drehzahl N der Kurbelwelle oder die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs wird auf einen vorgegebenen Wert begrenzt.

[0028] In einem Schritt S14 wird überprüft, ob der Kurbelwellensensor 71 und der Nockenwellensensor 72 korrekt funktionieren. Ist dies nicht der Fall, so wird in einem Schritt S15 der aktuellen Phasenlage PH\_AKT die vorgegebene Phasenlage PH\_INI zugeordnet.

[0029] Ist die Bedingung des Schrittes S14 jedoch erfüllt, so wird in einem Schritt S16 der aktuellen Phasenlage PH\_AKT der Sensorwert PH\_S der Phasenlage zugeordnet. Die Zuordnung in dem Schritt S16 geht von der Erkenntnis aus, dass in diesem Fall des Notlaufbetriebs ein Defekt in den die Phasenlage der Nockenwelle 3 zu der Kurbelwelle 2

bestimmenden mechanischen Komponenten vorliegt. Dies kann beispielsweise ein sogenannter Ketten sprung oder falls statt der Kette 21a ein Riemen vorgesehen ist ein Riemen sprung oder eine nicht ordnungsgemäß gespannte Kette bzw. eine nicht ordnungsgemäß gespannter Riemen sein. Diese Fehler können eine Veränderung der Phasenlage von bis zu 30 Grad oder auch mehr zur Folge haben.

[0030] In einem Schritt S17 wird dann das Programm gestoppt. Alternativ kann auch im Notlaufbetrieb NB jeweils zyklisch der Sensorwert PH\_S der Phasenlage neu bestimmt werden und anschließend der Schritt S16 durchgeführt werden.

[0031] Fig. 3 zeigt ein weiteres Programm, das zyklisch während des Betriebs der Brennkraftmaschine durchgeführt wird. Das Programm wird in einem Schritt S20 gestartet. In einem Schritt S21 wird ein Stellsignal SG für ein Stellglied der Brennkraftmaschine, vorzugsweise die Drosselklappe oder das Einspritzventil abhängig von der aktuellen Phasenlage PH\_AKT, der Drehzahl N, dem Öffnungsgrad THR der Drosselklappe und dem Luftmassenstrom MAF ermittelt. Dies erfolgt vorzugsweise mittels eines dynamischen Modells des Ansaugtraktes der Brennkraftmaschine. Die aktuelle Phasenlage PH\_AKT hat einen bestimmenden Einfluss auf den vor der Verbrennung in dem Zylinder 1 befindlichen Anteil an Restgasen und auch auf die Füllung selbst. Dadurch, dass auch im Notlauf NL der Brennkraftmaschine ein präziser Wert der aktuellen Phasenlage PH\_AKT vorliegt, ist eine gute Fahrbarkeit der Brennkraftmaschine in einem Fahrzeug gewährleistet und gleichzeitig sichergestellt, dass die Emissionen gering sind, da die Luftzahl in dem Zylinder präzise eingestellt werden kann. So kann auch bei einer nicht so mager-lauffähigen Brennkraftmaschine noch eine gute Fahrbarkeit zur nächsten Werkstätte im Notlauf-Betrieb NL sichergestellt werden.

#### Patentansprüche

Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Nockenwelle (2), deren Phasenlage zu einer Kurbelwelle verstellbar ist, mit einem Kurbelwellen-Sensor (71), der den Kurbelwellenwinkel (KW) erfasst, und mit einem Nockenwellen-Sensor (72), der den Nockenwellenwinkel (NW) erfasst, mit folgenden Schritten:

- beim Start der Brennkraftmaschine wird eine Bedingung geprüft, die erfüllt ist, wenn die aus dem erfassten Kurbelwellenwinkel (KW) und Nockenwellenwinkel (NW) abgeleitete Phasenlage (PH\_S) weniger von einer vorgegebenen Phasenlage (PH\_INI) abweicht als ein vorgegebener Schwellenwert (HYS),
- falls die Bedingung erfüllt ist, wird ein Korrekturwert (PH\_COR) berechnet abhängig von der Abweichung der aus dem erfassten Kurbelwellenwinkel (KW) und Nockenwellenwinkel (NW) abgeleiteten Phasenlage (PH\_S) von der vorgegebenen Phasenlage (PH\_INI) und im weiteren Betrieb der Brennkraftmaschine wird die tatsächliche Phasenlage (PH\_AKT) abhängig von der aus dem erfassten Kurbelwellenwinkel (KW) und Nockenwellenwinkel (NW) abgeleiteten Phasenlage (PH\_S) und dem Korrekturwert (PH\_COR) berechnet
- falls die Bedingung nicht erfüllt ist, wird ein Notlauf-Betrieb (NL) der Brennkraftmaschine gesteuert,
- in dem Notlauf-Betrieb (NL) wird die tatsächliche Phasenlage (PH\_AKT) gleich gesetzt der aus

dem erfassten Kurbelwellenwinkel (KW) und  
Nockenwellenwinkel (NW) abgeleiteten Phasen-  
lage (PH\_S),

– in dem weiteren Betrieb der Brennkraftma-  
schine wird mindestens ein Stellsignal (SG) für 5  
ein Stellglied abhängig von der tatsächlichen Pha-  
senlage (PH\_AKT) ermittelt.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

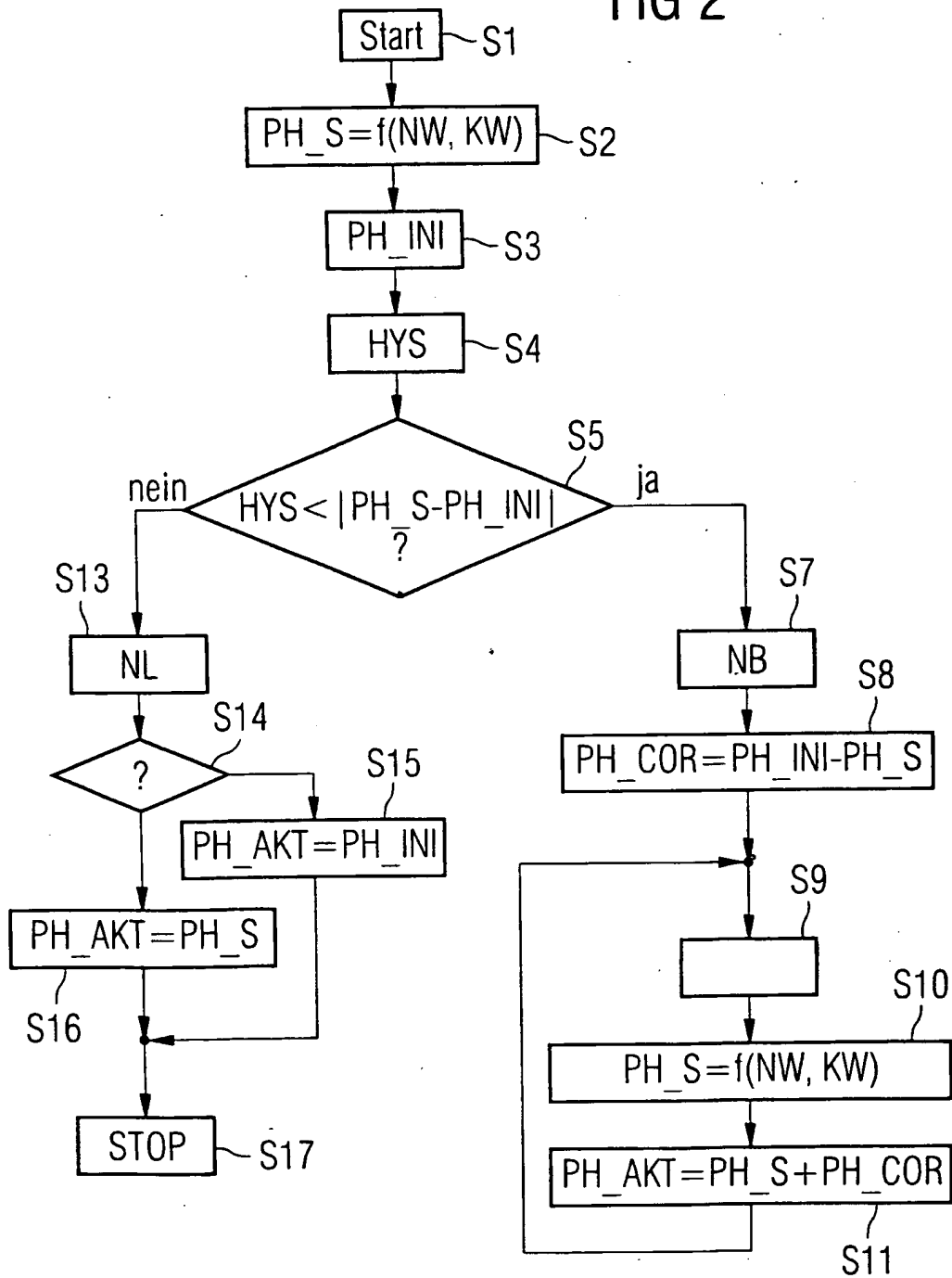
55

60

65

- Leerseite -

FIG 2



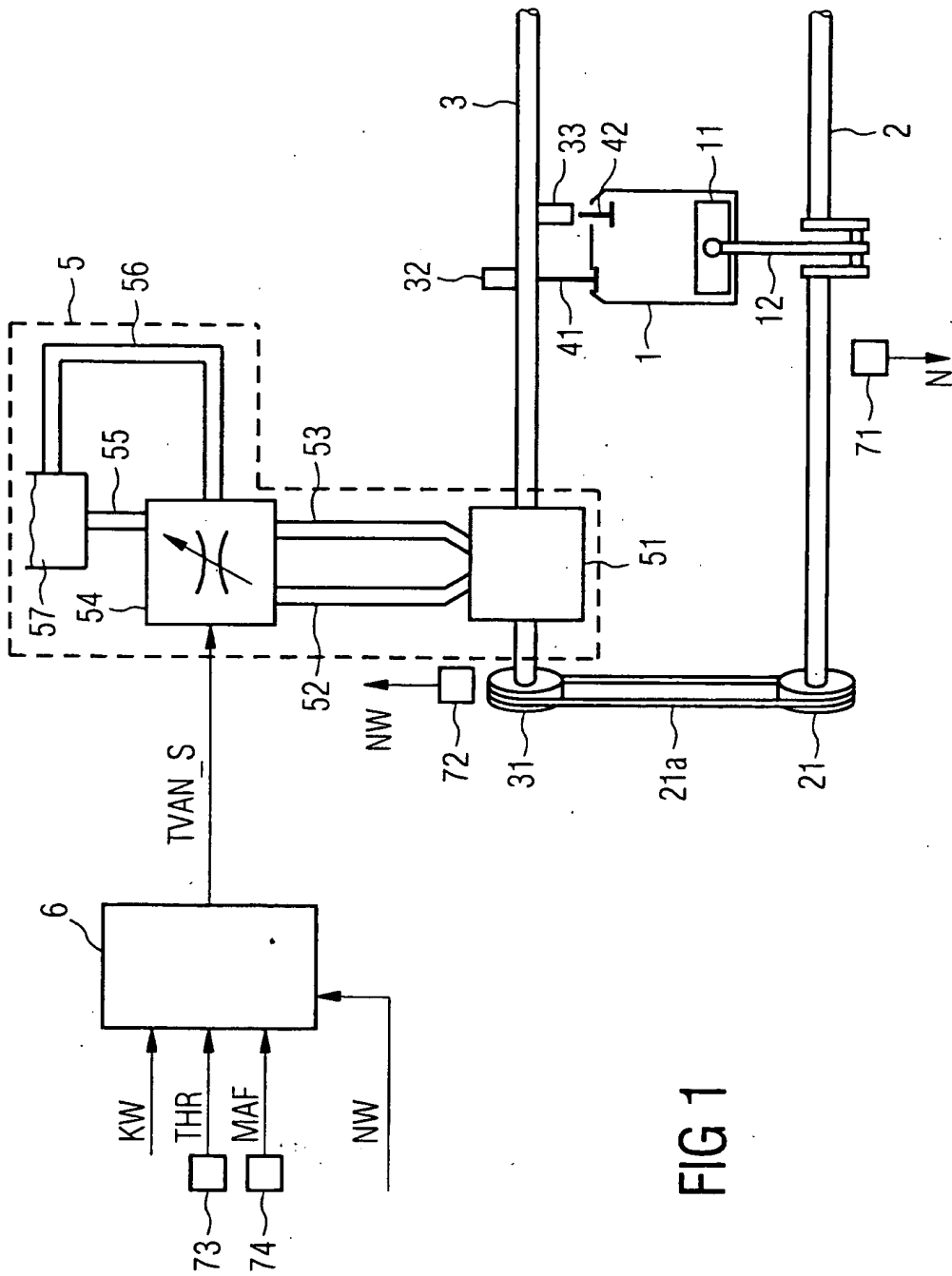


FIG 1



FIG 3

